

# 基施硅肥对基质栽培小型西瓜生长发育及品质的影响

马超, 曾剑波, 张莹, 穆生奇, 胡潇怡, 攸学松, 陈艳利  
(北京市农业技术推广站, 北京 100029)

**摘要:** 为筛选出西瓜基质栽培模式下适宜的基施硅肥用量, 利用小型西瓜作为试材, 研究不同硅肥用量对其生长发育及品质的影响。结果表明, 增施硅肥用量为 600 kg/hm<sup>2</sup> 时可增加产量、提高品质, 应用效果最好。

**关键词:** 硅肥; 基质栽培; 小型西瓜; 生长发育; 品质

中图分类号: S651 文献标志码: A 文章编号: 1001-1463(2021)03-0046-05

doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2021.03.013

## Effect of Silicon Fertilizer on Growth and Quality of Mini-watermelon under Substrate Cultivation

MA Chao, ZENG Jianbo, ZHANG Ying, MU Shengqi, HU Xiaoyi, YOU Xuesong, CHEN Yanli  
(Beijing Agricultural Technology Extension Station, Beijing 100029, China)

**Abstract:** In order to screen out the suitable amount of silicon fertilizer in watermelon substrate cultivation mode, mini-watermelon was used as test material to study the effect of different amount of silicon fertilizer on its growth and quality. The results showed that when the amount of silicon fertilizer was 600 kg/hm<sup>2</sup>, the yield and quality could be increased, and the application effect was the best.

**Key words:** Silicon fertilizer; Substrate cultivation; Mini-watermelon; Growth and development; Quality

许多地区常规设施西瓜种植主要以土壤栽培为主, 存在着土地资源利用率低、水肥利用率低、劳动强度大、枯萎病及线虫等土传病害发生严重等问题, 此外, 西瓜种植以经验种植为主, 标准化、现代化程度不高。基质栽培在我国蔬菜保护地栽培中逐渐发展起来<sup>[1]</sup>, 利用基质栽培, 可有效克服土传病害和连作障碍, 减少农药用量, 节水省工, 提高单位面积产量, 甚至可以在不适宜耕作或倒茬的设施内实现周年种植, 与土壤栽培比较有明显的优势<sup>[2]</sup>。因此该项技术是解决

设施西瓜连作障碍的有效方法, 由于营养液配方固定, 水肥灌溉自动化, 可实现规模化、标准化的生产, 且产品质量稳定, 利于西瓜产业绿色安全高效化的发展<sup>[3-7]</sup>。

硅肥可以提高农作物抗旱、抗倒伏、抗盐渍能力, 防止病虫害, 协调营养元素的吸收, 抑制重金属离子对农作物的影响; 在减毒的同时, 硅肥还可以成为土壤调节剂, 改良土壤。硅肥在水稻、小麦等生产中已大面积推广应用, 在双子叶植物上的应用研究也逐渐增多, 但有关硅在西瓜上的应用研究较

收稿日期: 2020-12-15

作者简介: 马超(1986—), 男, 北京人, 高级农艺师, 硕士, 从事设施西瓜栽培技术研究与示范推广工作。Email: 394384676@qq.com。

少。我们通过栽培基质中分别施用 150、300、450、600、750 kg/hm<sup>2</sup> 的硅肥,以未施硅肥的小型西瓜为对照,研究了不同用量硅肥对基质栽培小型西瓜生长发育和果实品质的影响,以期筛选出适宜西瓜基质栽培的硅肥用量,为西瓜大面积基质栽培生产提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

指示西瓜品种为京颖(北京市农林科学院选育)。供试硅肥为欧矿,主要成分为:氧化硅(SiO<sub>2</sub>)34.74%、氧化铁(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)5.47%、氧化钙(CaO)12.05%,天津建农进出口有限公司生产。

### 1.2 试验设计

试验在北京顺沿特种蔬菜种植基地进行,共设 6 个处理:处理 1~5 的底肥中添加硅肥,用量分别为 5、10、15、20、25 g/株,折合硅肥用量分别为 150、300、450、600、750 kg/hm<sup>2</sup>;处理 6 为对照(CK),不添加硅肥。

种植方式为单垄单行,吊蔓栽培,一株一侧,主蔓结瓜。株距 30 cm,密度为 22 500 株/hm<sup>2</sup>。每处理 3 次重复,18 个小区。每小区面积 37 m<sup>2</sup>,定植 83 株,除施用硅肥外,各处理田间管理措施一致,微喷浇水。大棚东西宽 10 m,南北长 58 m。棚膜选用正规厂家生产的无滴 PO 薄膜,棚膜两侧均能通风。试验采用营养钵、营养盘、基质营养土育苗,采用贴接嫁接技术,所用砧木为京欣砧 4 号。采用黑色栽培槽,栽培槽规格设置为 25 cm × 30 cm × 25 cm。栽培时,槽内铺设一层加厚防虫网,基质置于防虫网上。栽培基质为草炭、珍珠岩、蛭石按质量比 7 : 3 : 4 配制,基质混合时,加入鸡粪 33 kg/m<sup>2</sup>,其中有机质含量 ≥ 20%,pH 5.5~6.5,全氮(以 N 计) ≥ 0.8%,全磷(以 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>计) ≥ 0.3%,全钾(以 K<sub>2</sub>O 计) ≥ 0.4%。将配制好的栽培

基质用 50%多菌灵可湿性粉剂 800 倍液消毒,混匀后填于栽培槽中。每个栽培槽内平行铺上 2 条滴灌带,滴灌带直径为 15 mm,出水口间隔 30 cm。首部应用精量施肥系统,使每条滴灌带出水口出水均匀,并安装过滤装置,以防止出水口堵塞。整个生育期 EC 值均控制在 1.5~2.5 ms/cm。苗期、伸蔓期、坐果期 EC 值分别控制在 1.5~1.8、1.8~2.0、2.0~2.5 ms/cm。整个生育期 pH 均控制在 5.5~6.0。苗期、伸蔓期、坐果期 pH 分别控制在 5.5~5.8、5.8~6.0、5.8~6.0。伸蔓期和坐果期用世高、百菌清和三唑酮等药剂防治白粉病和红蜘蛛;用吡虫啉防治蚜虫,功夫水剂防治棉铃虫和烟青虫。

### 1.3 调查指标和测定方法

试验田 3 月 31 日定植、4 月 20 日授粉、6 月 3 日采收。生育期调查时间为 1—5 月,田间性状调查时间为 3—5 月,产量及品质性状调查时间为 5 月。成熟期每小区随机取 5 株的成熟果实,计算平均单果重量;每小区选 10 个具代表性的成熟果实测量果肉厚度、果形指数、可溶性固形物含量,取平均值,并记录口感。各小区单采单收,记录实际产量。

### 1.4 数据处理

试验数据采用 SAS 软件进行方差分析,用 Duncan's 新复极差法( $P < 0.05$ )进行显著性检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 生长发育

2.1.1 株高 由图 1 可知,在基质中增施不同用量硅肥后 15 d,小型西瓜的株高与未增施硅肥的对照相比无明显差异,各处理的株高均处于同一水平。在增施硅肥后 25 d,处理 3 和处理 4 的西瓜株高分别高于对照 1.00、2.33 cm,其余处理低于对照。在增施硅肥后 35 d,处理 2、处理 3 和处理 4 的西瓜株高分别比对照高 1.24、2.30、6.32 cm,

而处理 1 和处理 5 的西瓜株高分别低于对照 6.11、9.73 cm。在增施硅肥后的 45 d，处理 3 和处理 4 的西瓜株高分别比对照高 3.14、9.33 cm，而处理 1、处理 2 和处理 5 的西瓜株高分别低于对照 11.10、6.20、6.00 cm。

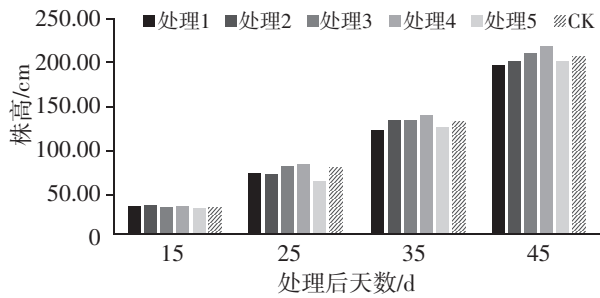


图 1 基施不同用量硅肥对小型西瓜营养生长期株高的影响

2.1.2 茎粗 由图 2 可知，在基质中增施不同用量硅肥后 30 d，小型西瓜的茎粗与未增施硅肥的对照相比无明显差异，各处理的茎粗均处于同一水平。在增施硅肥后的 40 d，处理 2、处理 4 和处理 5 的西瓜茎粗分别比对照高 0.01、0.04、0.02 cm，其余处理茎粗低于对照。在增施硅肥后的 50 d，处理 3、处理 4 和处理 5 的西瓜茎粗分别高于对照 0.01、0.05、0.03 cm，而处理 1 和处理 2 的西瓜茎粗分别比对照低 0.04、0.01 cm。在增施硅肥后的 60 d，处理 2、处理 3、处理 4 和处理 5 的西瓜茎粗分别比对照高 0.01、0.01、0.05、0.02 cm，而处理 1 的西瓜茎粗低于对照 0.02 cm，各处理间茎粗差异不大。

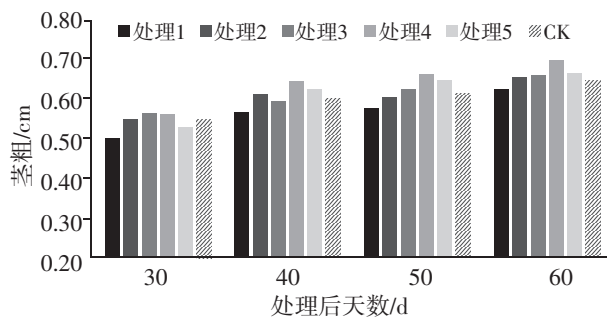


图 2 基施不同用量硅肥对小型西瓜营养生长期茎粗的影响

2.1.3 叶面积 由图 3 可知，在基质中增施不同用量硅肥后 30 d 和 40 d，小型西瓜叶面积与未增施硅肥的对照相比无明显差异，各处理的西瓜叶面积均处于同一水平。在增施硅肥后 50 d，处理 3 和处理 4 的西瓜叶面积分别比对照高 4.16、6.32 cm<sup>2</sup>，而处理 1、处理 2 和处理 5 的西瓜叶面积分别比对照低 3.88、3.38、3.24 cm<sup>2</sup>。在增施硅肥后 60 d，处理 2、处理 3、处理 4 和处理 5 的西瓜叶面积分别比对照高 6.16、14.76、63.94、34.95 cm<sup>2</sup>，而处理 1 的西瓜叶面积比对照低 6.97 cm<sup>2</sup>。

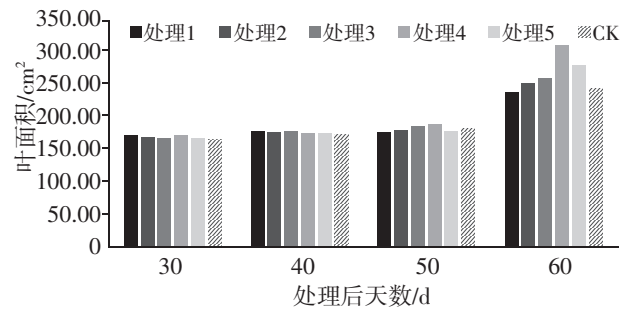


图 3 基施不同用量硅肥对小型西瓜营养生长期叶面积的影响

2.1.4 叶片数 由图 4 可知，在基质中增施不同用量硅肥后 15 d，小型西瓜叶片数与未增施硅肥的对照相比无明显差异，各处理的西瓜叶片数均处于同一水平。在增施硅肥后 25 d 后，小型西瓜的叶片数开始多于对照，尤其是增施硅肥后 45 d，效果最明显，各处理的西瓜叶片数分别较对照增加 1.21、1.67、1.97、4.33、2.33 片。

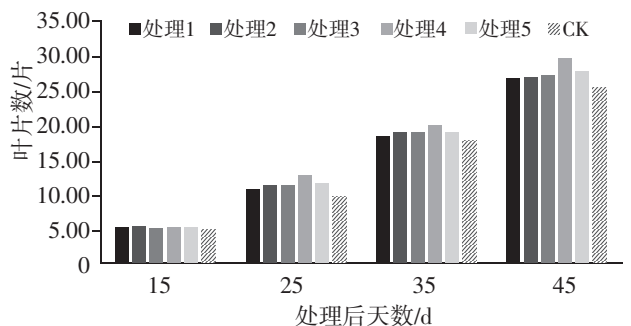


图 4 基施不同用量硅肥对小型西瓜营养生长期叶片数的影响

2.1.5 坐果节位 由图 5 可知,在基质中增施不同用量硅肥后的坐果节位与对照相比差异不明显,其中处理 1 和处理 2 的坐果节位分别较对照增加 0.10 和 0.03,处理 3、处理 4 和处理 5 的坐果节位分别较对照低 0.24、0.23 和 0.05。

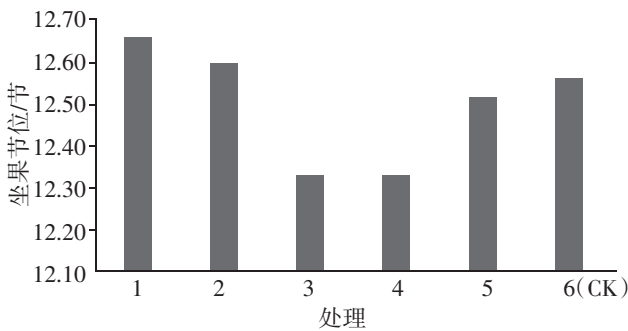


图 5 基施不同用量硅肥对小型西瓜坐果节位的影响

2.2 不同硅肥用量对小型西瓜产量的影响

2.2.1 产量 从表 1 可以看出,处理 4 的小区产量最高,为 207.43 kg,明显高于对照;处理 1 的小区产量最低,为 168.11 kg;其他处理的小区产量为 170.71~192.93 kg。折合产量变化趋势与小区产量一致,其中处理 4 的产量最高,为 56 005.05 kg/hm<sup>2</sup>,其次是处理 3,为 52 090.20 kg/hm<sup>2</sup>,分别较对照高 4 823.40、908.55 kg/hm<sup>2</sup>。其中折合产量较低的有处理 1、处理 2 和处理 5,分别较对照低 5 791.20、5 090.10、4 465.65 kg/hm<sup>2</sup>。

2.2.2 单果质量 由表 1 可见,西瓜平均单果质量表现为:处理 4>处理 3>CK>处理 5>处理 2>处理 1。其中处理 4 的单果质量最高,处理 2 和处理 1 的单果质量较

表 1 基施不同硅肥用量的小型西瓜产量

处理	坐果率 /%	单果质量 /kg	小区平均产量 / (kg/37 m <sup>2</sup> )	折合产量 / (kg/hm <sup>2</sup> )
1	98.6	1.55	168.11	45 390.45
2	97.4	1.59	170.71	46 091.55
3	97.8	1.79	192.93	52 090.20
4	98.9	1.91	207.43	56 005.05
5	97.9	1.61	173.02	46 716.00
6(CK)	98.1	1.76	189.56	51 181.65

低,丰产性差。各处理的西瓜坐果率为 97.4%~98.9%,其中处理 4 的坐果率最高,处理 2 的坐果率最低,各处理的坐果率差异不明显。

2.3 不同硅肥用量对小型西瓜品质的影响

2.3.1 果实性状 从表 2 可以看出,各硅肥处理与对照的西瓜外观均为椭圆形。果形指数在 1.29~1.36,其中处理 4 和处理 5 的果形指数较高,分别为 1.33 和 1.36;处理 2 的果形指数最低,为 1.29。果皮厚度在 0.4~0.5 cm。各处理间果形指数和果皮厚度差异不明显。各硅肥处理的西瓜果皮硬度均高于对照,分别较对照高 0.04、0.08、0.31、0.98、0.61 kg/cm<sup>2</sup>。

表 2 基施不同硅肥用量的小型西瓜果实性状

处理	果实纵径 /cm	果实横径 /cm	果形指数	果皮厚度 /cm	果皮硬度 / (kg/cm <sup>2</sup> )	耐裂性
1	18.16	13.88	1.30	0.4	12.41	耐裂
2	18.34	14.00	1.29	0.5	12.45	耐裂
3	18.56	14.12	1.31	0.4	12.68	耐裂
4	18.96	14.25	1.33	0.5	13.35	耐裂
5	19.87	14.56	1.36	0.5	12.98	耐裂
6(CK)	18.57	14.21	1.31	0.5	12.37	耐裂

2.3.2 果实营养品质 从表 3 可以看出,处理 4 的中心可溶性固形物含量最高,达到 12.34%,较对照高 0.27 百分点;处理 5 次之,其中心可溶性固形物含量为 12.33%,

表 3 基施不同硅肥用量的小型西瓜果实营养品质

处理	可溶性固形物 /%		可溶性蛋白 / (mg/g)	Vc / (mg/g)	空心果率 /%
	中心	边部			
1	12.04	10.67	0.009 0	0.070 8	6.3
2	12.08	10.81	0.009 2	0.071 5	5.7
3	12.13	11.01	0.009 5	0.072 1	4.0
4	12.34	11.05	0.012 4	0.076 4	2.5
5	12.33	11.12	0.011 0	0.072 6	2.8
6(CK)	12.07	10.55	0.008 2	0.070 0	15.2

较对照高 0.26 百分点；处理 2 和处理 3 的中心可溶性固形物含量也高于对照。中心与边部可溶性固形物差异最小的是处理 3，为 1.12 百分点；差异最大的是 CK，为 1.52 百分点。基施硅肥对提高可溶性蛋白和 Vc 均有效果，其中处理 4 和处理 5 的效果最明显，可溶性蛋白分别较对照高 0.004 2、0.002 8 mg/g，Vc 分别较对照高 0.006 4、0.002 6 mg/g。

### 3 结论与讨论

试验结果表明，增施硅肥对西瓜茎粗影响较小，对叶片数和株高有一定的影响，尤其是硅肥施用量为 600 kg/hm<sup>2</sup> 时，与对照差异较明显，这一结果与 Jones 等<sup>[8]</sup>研究结果相似。随着硅肥用量增加，用量 600 kg/hm<sup>2</sup> 时显著增加了小型西瓜的叶面积，但当硅肥用量继续增加时，叶面积反而有下降趋势，这与高芳等<sup>[9]</sup>研究结果相似，其研究表明，施用硅肥可以明显提高厚皮甜瓜的叶面积指数，改善植株结构体系，有效提高抗逆性。同时随着硅肥用量增加，在小于 450 kg/hm<sup>2</sup> 或大于 600 kg/hm<sup>2</sup> 时，西瓜的坐果节位量有下降趋势。

在硅肥用量小于 450 kg/hm<sup>2</sup> 或大于 600 kg/hm<sup>2</sup> 时，西瓜产量有下降趋势，而在 600 kg/hm<sup>2</sup> 时产量得到有效提高，这与王明祖等<sup>[10]</sup>的研究结果一致，其研究显示甜瓜喷施浓度 10 mmol/L 硅酸钠后，有效提高了产量，而过高、过低的硅肥浓度反而会对甜瓜产量造成严重影响。

增施硅肥对小型西瓜果形指数和果皮厚度的影响较小，但增施 600、750 kg/hm<sup>2</sup> 硅肥均可显著增加果实的横纵径，在增施 750 kg/hm<sup>2</sup> 时达到最大值，纵横径分别比对照增加 7.00% 和 2.46%，这一研究结果与高芳<sup>[9]</sup>的应用效果一致；在增施 600 kg/hm<sup>2</sup> 硅肥时，果皮硬度比对照有较显著的增加，较对照增加 7.92%。基施 600 kg/hm<sup>2</sup> 硅肥时可使

小型西瓜 VC 和可溶性蛋白含量增加明显，分别较对照增加 51.22% 和 9.14%，这也与高芳等<sup>[9,11]</sup>的研究结果一致。从本试验结果可以看出，硅肥用量的增加可不同程度地提高西瓜果实中 Vc 和可溶性蛋白含量，明显改善小型西瓜的营养品质。

### 参考文献：

- [1] 刘伟, 余宏军, 蒋卫杰, 等. 我国蔬菜无土栽培基质研究与应用进展[J]. 中国生态农业学报, 2006, 14(3): 4-7.
- [2] 李式军, 高丽红, 庄仲连. 我国无土栽培研究新技术新成果及发展动向[J]. 长江蔬菜, 1997(5): 1-5.
- [3] 马超, 曾剑波, 曾雄, 等. 北京地区春大棚小型西瓜吊蔓密植抢早栽培技术[J]. 中国蔬菜, 2014(1): 83-85.
- [4] 曾剑波, 马超, 穆生奇, 等. 适宜无土栽培的小型红瓢西瓜新品种筛选试验[J]. 甘肃农业科技, 2018(12): 10-13.
- [5] 田吉林, 汪寅虎. 设施无土栽培基质的研究现状、存在问题与展望(综述)[J]. 上海农业学报 2000, 16(4): 87-92.
- [6] 左士平. 小西瓜有机生态型无土栽培技术[J]. 中国瓜菜, 2006(5): 36-37.
- [7] 李鹏奎, 王萍, 胡晓斌, 等. 天水市日光温室西瓜有机无土栽培技术[J]. 甘肃农业科技, 2016(8): 75-77.
- [8] JONES H P, HANDRECK K A. Effects of iron and aluminum oxides on silicon in solution in soil[J]. Nature, 1963, 198: 852.
- [9] 高芳. 基施硅肥对厚皮甜瓜光合生理特性和果实品质的影响[D]. 南宁: 广西大学, 2018.
- [10] 王明祖, 何生根. 施用硅酸钠对甜瓜产量和品质的影响[J]. 农业与技术, 2004(3): 91-92; 114.
- [11] 丁华萍, 陈斌, 吉训凤, 等. 多效硅肥在番茄上应用效果初报[J]. 上海农业科技, 2002(6): 64.

(本文责编: 郑丹丹)